

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 8月28日

出願番号

Application Number: 特願2002-249673

[ST.10/C]:

[JP2002-249673]

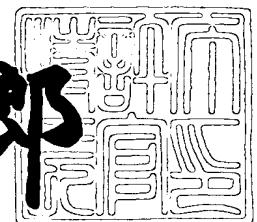
出願人

Applicant(s): 京セラ株式会社

2003年 5月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3036903

【書類名】 特許願

【整理番号】 27180

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23F 4/00

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ
株式会社滋賀八日市工場内

【氏名】 猪股 洋介

【特許出願人】

【識別番号】 000006633

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

【氏名又は名称】 京セラ株式会社

【代表者】 西口 泰夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005337

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エッティング装置、エッティング方法、およびそれに用いる開口プレート

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エッティングされる基板の表面側に開口部が多数形成された開口プレートを配置したエッティング装置において、前記開口プレートの開口部の対向する端面の角部に面取り部を設けたことを特徴とするエッティング装置。

【請求項2】 前記開口プレートが金属からなることを特徴とする請求項1に記載のエッティング装置。

【請求項3】 前記開口プレートがアルミニウムからなることを特徴とする請求項1または2に記載のエッティング装置。

【請求項4】 前記エッティング装置が反応性イオンエッティング装置であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のエッティング装置。

【請求項5】 エッティングされる基板の表面側に開口部が多数形成された開口プレートを配置してエッティングするエッティング方法において、前記開口プレートの開口部の対向する端面の角部に面取り部を設けてエッティングすることを特徴とするエッティング方法。

【請求項6】 エッティングされる基板の表面側に配設される開口部が多数形成されたエッティング装置用開口プレートにおいて、前記開口プレートの開口部の対向する端面の角部に面取り部を設けたことを特徴とするエッティング装置用開口プレート。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はエッティング装置、エッティング方法、およびそれに用いる開口プレートに関し、特に太陽電池などに用いられるシリコン基板等の表面を粗面化するのに好適に用いることができるエッティング装置、エッティング方法、およびそれに用いる開口プレートに関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

太陽電池は入射した光エネルギーを電気エネルギーに変換するものである。太陽電池のうち主要なものは使用材料の種類によって結晶系、アモルファス系、化合物系などに分類される。このうち現在市場で流通しているのはほとんどが結晶系シリコン太陽電池である。この結晶系シリコン太陽電池はさらに単結晶型、多結晶型に分類される。単結晶型のシリコン太陽電池は基板の品質がよいため、高効率化が容易であるという長所を有する反面、基板の製造コストが大きいという短所を有する。これに対して多結晶型のシリコン太陽電池は基板の品質が劣るために高効率化が難しいという短所はあるものの、低成本で製造できるという長所がある。また、最近では多結晶シリコン基板の品質の向上や素子化技術の進歩により、研究レベルでは18%程度の変換効率が達成されている。

【0003】

一方、量産レベルの多結晶型のシリコン太陽電池は低成本であったため、従来から市場に流通してきたが、近年環境問題が取りざたされる中でさらに需要が増しており、低成本でより高い変換効率が求められるようになった。

【0004】

電気エネルギーへの変換効率を向上させるため、従来から様々な試みがなされてきた。そのひとつに基板の表面に入射する光の反射を少なくする技術があり、入射する光の反射を低減することで電気エネルギーへの変換効率を高めることができる。

【0005】

シリコン基板を用いて太陽電池素子を形成する場合に、基板の表面を水酸化ナトリウムなどのアルカリ水溶液でエッティングすると、表面に微細な凹凸が形成され、基板の表面の反射をある程度低減させることができる。

【0006】

面方位が(100)面の単結晶シリコン基板を用いた場合は、このような方法でテクスチャ構造と呼ばれるピラミッド構造を基板の表面に均一に形成することができるものの、アルカリ水溶液によるエッティングは結晶の面方位に依存するところから、多結晶シリコン基板で太陽電池素子を形成する場合、ピラミッド構造を

均一には形成できず、そのため全体の反射率も効果的には低減できないという問題がある。

【0007】

このような問題を解決するために、太陽電池素子を多結晶シリコンで形成する場合に、基板の表面に微細な凹凸を反応性イオンエッティング (Reactive Ion Etching) 法で形成することが提案されている（たとえば特公昭60-27195号、特開平5-75152号、特開平9-102625号公報参照）。すなわち、微細な凹凸を多結晶シリコンにおける不規則な結晶の面方位に左右されずに均一に形成し、特に多結晶シリコンを用いた太陽電池素子においても、反射率をより効果的に低減しようとするものである。

【0008】

図3に太陽電池素子の構造を示す。図3において、1はシリコン基板、2は凹凸、3は受光面側の不純物拡散層、4は裏面側の不純物拡散層 (B/S/F) 、5は反射防止膜、6は表面電極、7は裏面電極である。

【0009】

前記シリコン基板1は単結晶もしくは多結晶のシリコン基板である。この基板1はp型、n型いずれでもよい。単結晶シリコンの場合は引き上げ法などによって形成され、多結晶シリコンの場合は鋳造法などによって形成される。多結晶シリコンは、大量生産が可能で製造コスト面で単結晶シリコンよりもきわめて有利である。引き上げ法や鋳造法によって形成されたインゴットを300μm程度の厚みにスライスして、15cm×15cm程度の大きさに切断してシリコン基板1となる。

【0010】

シリコン基板1の表面側には、入射した光を反射させずに有効に取り込むために微細な凹凸2を形成する。これは、真空引きされたチャンバ内にガスを導入し、一定圧力に保持して、チャンバ内に設けられた電極にRF電力を印加することでプラズマを発生させ、生じた活性種であるイオン・ラジカル等の作用によって基板の表面をエッティングするものである。反応性イオンエッティング (RIE) 法と呼ばれるこの方法は図4および図5に示すような装置を用いる。

【0011】

図4および図5において、8はマスフローコントローラ、9はRF電極、10は圧力調整器、11は真空ポンプ、12はRF電源、13はトレイである。装置内にマスフローコントローラ8部分からガスを導入するとともに、RF電極9からRF電力を導入することでプラズマを発生させてイオンやラジカルを励起活性化して、RF電極9の上部に設置されたトレイ13上のシリコン基板1の表面に作用させてエッティングする。図4に示す装置では、RF電極9を装置内に設置して1枚のシリコン基板1の表面をエッティングするが、図5に示す装置では、RF電極9を装置の外壁に設置して複数枚のシリコン基板1の表面を同時にエッティングするようにしている。

【0012】

発生した活性種のうち、イオンがエッティングに作用する効果を大きくした方法を一般に反応性イオンエッティング法と呼んでいる。類似する方法にプラズマエッティングなどがあるが、プラズマ発生の原理は基本的に同じであり、基板に作用する活性種の種類の分布をチャンバ構造、電極構造、あるいは発生周波数等によって異なる分布に変化させているだけである。

【0013】

エッティング中はシリコンがエッティングされて基本的には気化するが、一部は気化しきれずに分子同士が吸着して基板1の表面に残渣として残る。ガス条件、反応圧力、RFパワーなどをシリコンの残渣がシリコン基板1の表面に残るような条件に設定すると、確実に凹凸2を形成することができる。逆に、基板1の表面に残渣が残らないような条件では凹凸を形成することは困難である。

【0014】

しかしながら、凹凸を形成する条件は微妙であり、装置の構造によっても変化する。微細な凹凸2を均一に形成できない場合は、太陽電池の光電変換効率が低下し、個々の太陽電池の価値はその発電効率で決まるところから、そのコストを低減するためには、太陽電池の変換効率を向上させなければならない。

【0015】

また、反応性イオンエッティング法で用いられる反応性イオンエッティング装置は

一般に平行平板電極型をしており、基板1を設置している電極9の側にR F電圧を印加し、他の方の側および内部の側壁をアースに接続してある。この容器内部を真空ポンプで真空引きしてエッティングガスを導入して圧力を一定に保持しながら内部に配設した基板をエッティングする。このような手順を踏むことから、反応性イオンエッティング装置では真空引きおよび大気リークの待ち時間が多いため、反応性イオンエッティング装置はL S Iなどの精密な小型半導体素子に用いられる場合が多いが、太陽電池に用いる際には太陽電池自身の面積が大きいため、1回あたりの処理枚数が少なく、コストが高くなるという問題があった。そのため反応性イオンエッティング装置を太陽電池製造工程に用いる場合には、基板一枚あたりの処理時間をいかに短縮するかが重要なポイントの一つである。

【0016】

基板一枚あたりの処理時間を短縮する方法の一つとして、特願2001-130430による方法がある。この方法においてはシリコン基板1の粗面化法においてシリコン基板の表面にエッティング残渣を付着させながらエッティングして粗面化した後、このエッティング残渣を除去するが、このドライエッティング時にマスクとなる残渣を早く形成して凹凸の形成を促進させるために、基板1を多数の開口部15が形成された開口プレート14で覆ってエッティングする。この方法では凹凸2の形成速度が向上すると同時にバッチ内でのエッティングの均一性も向上する。

【0017】

この開口プレート14を図6に示す。図6において、15は開口部、16は側壁部を示す。図7はこの開口プレート14を基板1上に配置した状態を示す。図7において、14は開口プレート、1はシリコン基板などのエッティングされる基板、13はトレイ、9はR F電極、17は絶縁体、18はチャンバ壁を示す。開口プレート14はシリコン基板1と適当な距離を保って配設する。

【0018】

この方法を用いることにより、ドライエッティング時に大面積のエッティングができるようになり、より多数枚の基板1を一括処理することが可能となる。加えて凹凸2の形成速度も向上するため、処理時間も短くなり、基板一枚あたりの処理

時間を大きく短縮できる。

【0019】

開口プレート14とシリコン基板1との距離を保持するための方法としては、図6に示すように、例えば側壁部16を設けるのが簡単である。開口プレート14でシリコン基板1を覆ってエッチングする方法は、エッチングする面積が1m角を越えるような大面積の場合に特に有効である。ところが、このような大面積の開口プレート14を作製すると、開口プレート14そのものの自重によって撓みが生じる。また、エッチング時のプラズマによって開口プレート14に熱がかかるため、自重による変形がさらに進行する可能性がある。大面積になればなるほど、シリコン基板1と開口プレート14の距離を正確に制御することが困難となる。そこで、その場合には開口プレート14の厚みを増したり、側壁部16の高さを増すなどの対策が有効である。開口プレート14の厚みを増すだけであると自重が増加して撓みが減らない場合があるため、開口プレート14の中央部の厚みを薄くするという方法も有効である。しかしながら、中央部の厚みを薄くする場合でも、少なくとも周辺部は厚くしなければならない。開口プレート14の撓みに対しては、その厚みを増加することで解決できる。

【0020】

ところが、開口プレート14を厚くすると、開口部15の個々の領域でプラズマが不安定となり、その度合いが増すと凹凸が形成されなくなるという問題がある。例えば開口プレート14の開口部15の対向する端面間の幅が3mmのときは、厚みが5mm以下ではプラズマは安定するが、厚みが5mmを越えると不安定になって凹凸の形成効率が悪くなる。

【0021】

プラズマが不安定になることの対策としては、開口部15の対向する端面の開口幅を大きくすることや、開口プレート14の厚みを薄くすることが有効である。しかしながら、開口部15の対向する端面の開口幅を大きくすると、残渣の閉じ込め効果が小さくなってしまい、その直下における基板の表面での残渣の形成の促進効果が弱まり、凹凸の形成が遅くなる。そのためその部分での凹凸の形成が遅くなり、結果として開口部15がない部分のシリコン基板1の表面の凹凸の形成速

度と異なることになってムラが発生してしまう。

【0022】

また、開口部15の開口幅は開口プレート14全体の開口形状、開口率、開口ピッチ、開口プレート14とエッチングされる基板1との距離などとともに凹凸がより効率的に形成されるように設定するものであり、プラズマを安定化するために開口部15の開口幅を調整することは本来の目的を失うものであって本質的な解決にはならない。

【0023】

本発明は、このような開口プレートの開口部でプラズマが不安定になるという従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、半導体基板、特に太陽電池に用いられるシリコン基板の表面の凹凸を効率よく均一に形成するエッチング装置、エッチング方法、およびそれに用いる開口プレートを提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に係るエッチング装置では、エッチングされる基板の表面側に開口部が多数形成された開口プレートを配置したエッチング装置において、前記開口プレートの開口部の対向する端面の角部に面取り部を設けたことを特徴とする。

【0025】

上記エッチング装置では、前記開口プレートは金属からなることが望ましく、またアルミニウムからなることがさらに望ましい。

【0026】

また、上記エッチング装置では、前記エッチング装置が反応性イオンエッチング装置であることが望ましい。

【0027】

請求項5に係るエッチング方法では、エッチングされる基板の表面側に開口部が多数形成された開口プレートを配置してエッチングするエッチング方法において、前記開口プレートの開口部の対向する端面の角部に面取り部を設けてエッチ

ングすることを特徴とする。

【0028】

請求項6に係るエッティング装置開口プレートは、エッティングされる基板の表面側に配設される開口部が多数形成されたエッティング装置用開口プレートにおいて、前記開口プレートの開口部の対向する端面の角部に面取り部を設けたことを特徴とする。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づき詳細に説明する。

図1に本発明に係るエッティング装置を示す。図1において、14は開口プレート、1はシリコン基板などのエッティングされる基板、13はトレイ、9はRF電極、17は絶縁体、18はチャンバ壁を示す。

【0030】

図2に開口プレートの開口部15の拡大図を示す。図2に示すように、本発明では開口部15の対向する端面の角部を面取り加工して面取り部18を設ける。これによりプラズマが不安定になりやすい開口部15の周辺での開口プレート14の厚みを擬似的に薄くすることができ、安定したプラズマを形成できるようになる。上述の例では開口幅 l_1 が3mm、厚み t_1 が6mmのアルミニウム製の開口プレート14を用いた場合、幅 l_2 と高さ t_2 がそれぞれ0.9mm以上のC面を形成することによってプラズマが安定して形成できるようになる。この面取り部8の幅 l_2 はエッティングの条件によって異なるもので、それぞれの条件に応じて自由に設定できる。したがって、本発明はこの値に限るものではない。

【0031】

また、面取り部18としては例えばR面を形成してもよいが、いずれにしても開口部5で開口プレート14を擬似的に薄くするものであればよい。また、この例では開口プレート14の開口部15をスリット形状としているが、例えば円形のような形状であってもよいし、四角形であってもよい。また、この開口パターンの並びも格子状あるいは千鳥状などのような並び方でもよい。

【0032】

開口プレート14の平面部に対する開口部14の締める割合である開口率は凹凸の形成に重要な役割を果たす。この開口率は5~40%であることが望ましい。開口率が5%よりも小さい場合は、シリコンのエッティングに必要なガスの供給が不十分となって残渣の形成速度が遅くなるために凹凸の形成が遅くなる。逆に、開口率が40%よりも大きい場合は、エッティングの際に生成するシリコン化合物からなる残渣を開口プレート14と基板1との間に閉じ込める効果が弱くなつて残渣を形成する効果が弱くなる。

【0033】

本発明はエッティングチャンバの面積が1m角を越えるような大面積のエッティングを行う際に大きな効果があるが、小面積の場合でも有効に活用することができる。他のエッティング条件を変化させても均一性の改善が十分でないようなハード的な問題が存在するときには本発明は特に有効である。

【0034】

開口プレート14の材質はアルミニウム材またはガラス材のいずれでもよい。開口プレート14の加工の容易さという面では金属が好ましいが、ステンレス系の金属ではシリコンのエッティングに用いるガスに曝されると腐食するために不適である。一方、エッティング中はプラズマに曝されるために発熱する。この温度は条件によって大幅に変わり、プラズマ中で温度が上昇しても凹凸の形成が終了すれば大気中で基板を取り出すといった工程となるために温度の上下動に耐える材質であることが好ましい。エッティングされる基板を多数並べて大面積にわたって一括してエッティングする場合には、ガラス材では脆くて破損しやすいために金属を用いることが好ましい。また、開口プレート14にさまざまな加工を施すための加工性の点から、開口プレート14の撓みを小さくするために自重が小さいことが望まれる点から、さらにシリコンをエッティングするガスに対する耐食性の点から、本発明においては特にアルミニウムを主成分とする開口プレート14を用いることが好ましい。

【0035】

【発明の効果】

以上のように、本発明に係るエッティング装置によれば、エッティングされる基板

の表面側に開口部が多数形成された開口プレートを配置したエッチング装置において、上記開口プレートの開口部の対向する端面の角部に面取り部を設けたことから、開口プレートの撓み強度を大きくするために厚みを厚くすることで発生する不安定なプラズマの条件を安定化させることができるようになり、その結果大面積でのエッチングが可能となって、高効率の太陽電池などに必要なシリコン基板の表面に凹凸を高タクトかつ低コストで形成することが可能となる。

【0036】

また、請求項5に係るエッチング方法によれば、開口部の対向する端面の角部に面取り部を設けた開口プレートを用いてエッチングすることから、開口プレートの撓み強度を大きくするために厚みを厚くすることで発生する不安定なプラズマの条件を安定化させることができるようになり、その結果大面積でのエッチングが可能となって、シリコン基板の表面に凹凸を高タクトかつ低コストで形成することが可能となり、高効率の太陽電池を形成できる。

【0037】

また、請求項6に係るエッチング装置用開口プレートによれば、開口部の対向する端面の角部に面取り部を設けたことから、開口プレートの撓み強度を大きくするために厚みを厚くすることで発生する不安定なプラズマの条件を安定化させることができるようになり、その結果大面積でのエッチングが可能となって、シリコン基板の表面に凹凸を高タクトかつ低コストで形成することが可能となり、高効率の太陽電池を形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るエッチング装置を説明するための図である。

【図2】

本発明に係るエッチング装置に用いる開口プレートの一部を拡大して示す図である。

【図3】

従来のエッチング装置を用いて形成した太陽電池素子を示す図である。

【図4】

従来のエッティング装置を示す図である。

【図5】

従来の他のエッティング装置を示す図である。

【図6】

従来のエッティング装置で用いていた開口プレートを示す図である。

【図7】

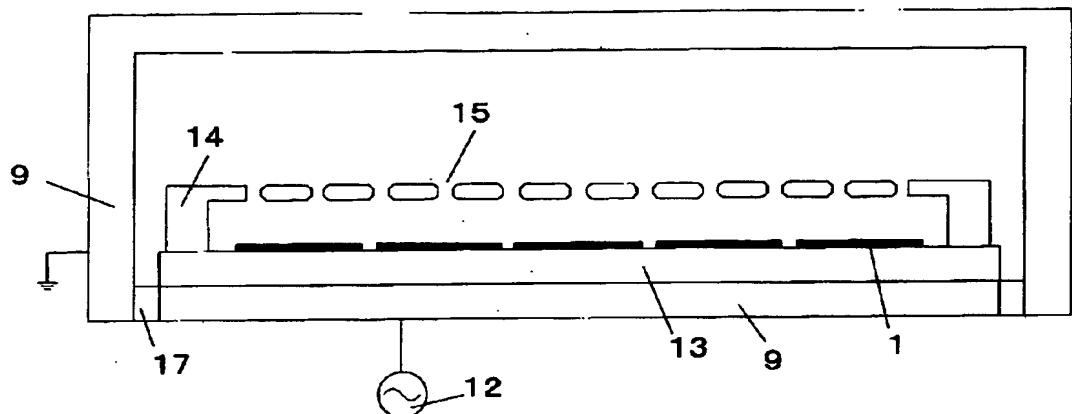
従来のエッティング方法を示す図である。

【符号の説明】

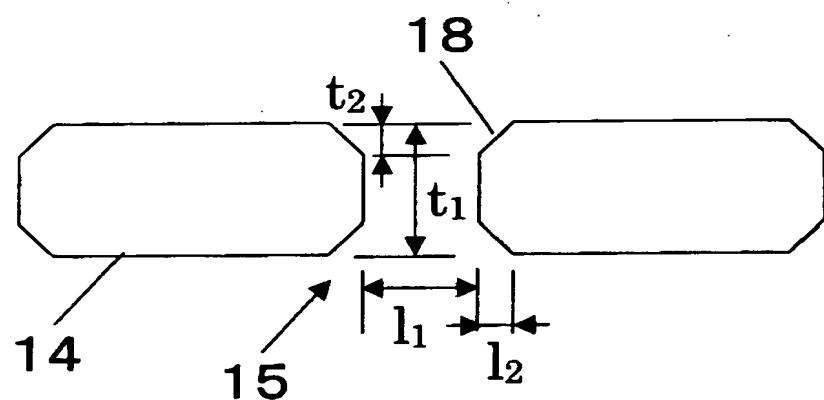
1 ; シリコン基板、 2 ; 凹凸、 3 ; 受光面側の不純物拡散層、 4 ; 裏面側の不純物拡散層 (B S F) 、 5 ; 反射防止膜、 6 ; 表面電極、 7 ; 裏面電極、 8 ; マスフローコントローラ、 9 ; R F 電極、 10 ; 圧力調整器、 11 ; 真空ポンプ、 12 ; R F 電源、 13 ; トレイ、 14 ; 開口プレート、 15 ; 開口部、 16 ; 側壁部、 17 ; 絶縁体、 18 ; 面取り部

【書類名】 図面

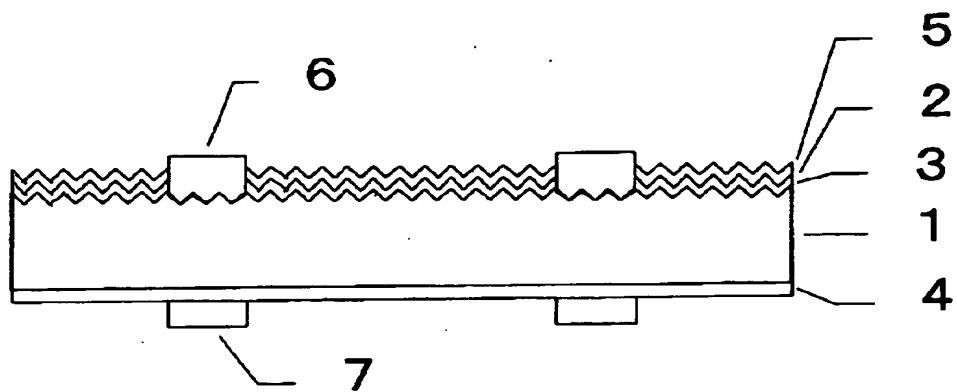
【図1】



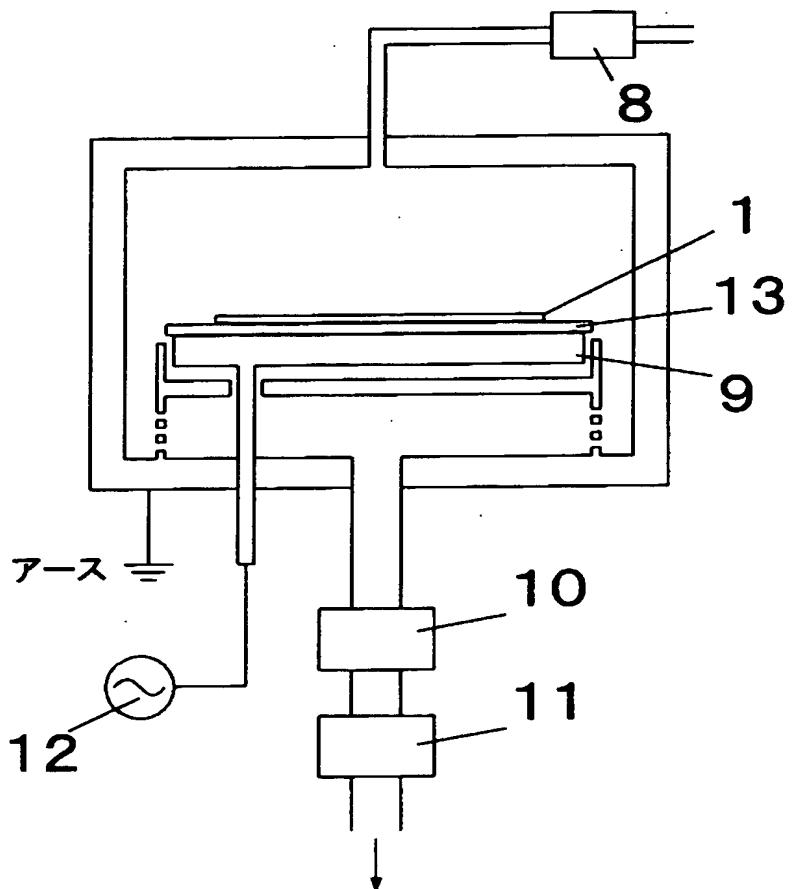
【図2】



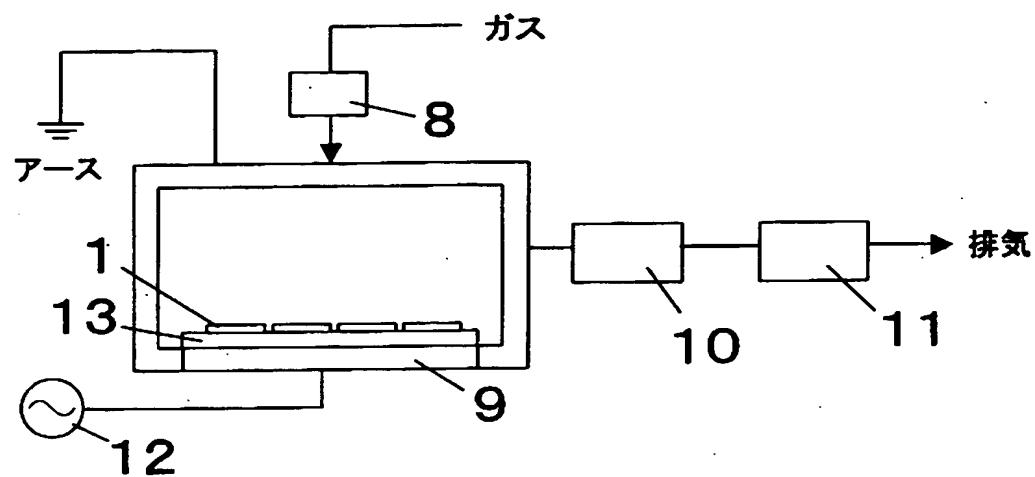
【図3】



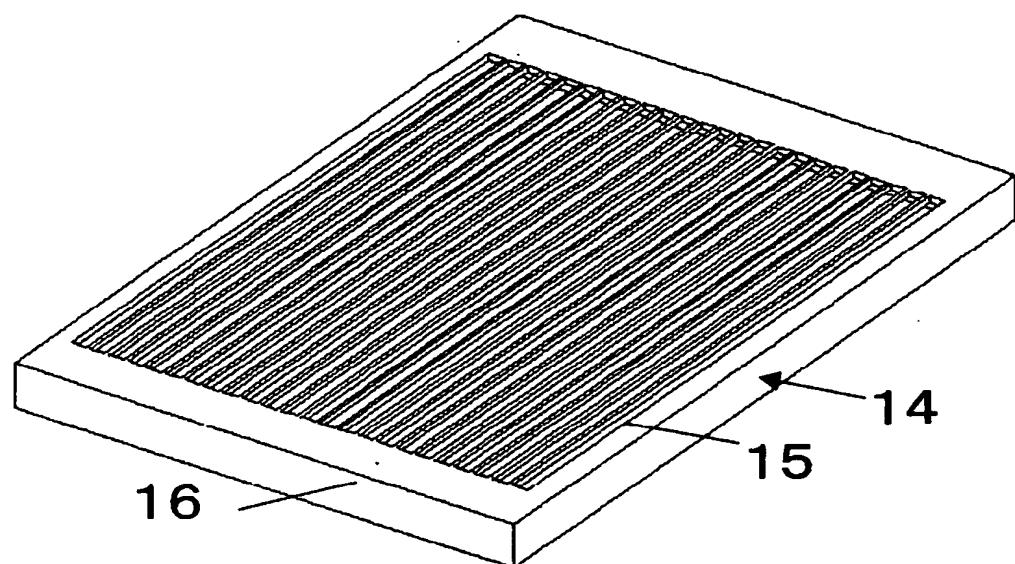
【図4】



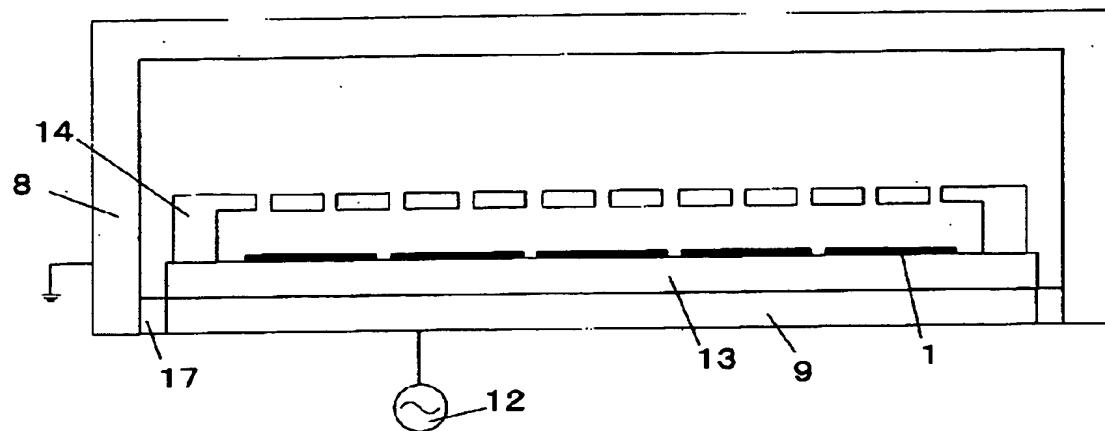
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 開口プレートの開口部近傍でのプラズマを安定化させて、基板の表面に凹凸を効率よく均一に形成する。

【解決手段】 エッチングされる基板の表面側に開口部が多数形成された開口プレート14を配置したエッチング装置であって、上記開口プレート14の開口部15の対向する端面の角部に面取り部を設ける。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-249673
受付番号	50201281764
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 8月29日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成14年 8月28日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000006633]

1. 変更年月日 1998年 8月21日

[変更理由] 住所変更

住 所 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
氏 名 京セラ株式会社